

Effekt av seismisk skyting på stress og atferd hos torsk og sei



Dauidsen, Dong, Linné, Andersson, Piper, Prystay, Hvam, Thorstad, Whoriskey, Cooke, Sjursen, Rønning, Netland & Hawkins

Jan Grimsrud Dauidsen
Førsteamanuensis/Forsker

Jan.dauidsen@ntnu.no

Mobil: 92 46 43 14



Take home message

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon

Take home message

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon
- Både sei og torsk endret vertikal og horisontal posisjon

Take home message

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon
- Både sei og torsk endret vertikal og horisontal posisjon
- Disse fysiologiske og atferdsmessige responser tolket vi som «en umiddelbar fluktrespons»

Take home message

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon
- Både sei og torsk endret vertikal og horisontal posisjon
- Disse fysiologiske og atferdsmessige responser tolket vi som «en umiddelbar fluktrespons»
- Fiskene hadde en relativt rask restitusjon samtidig som den i løpet av de tre dager med skyting ble tilvent lyden fra luftkanon

Take home message

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon
- Både sei og torsk endret vertikal og horisontal posisjon
- Disse fysiologiske og atferdsmessige responser tolket vi som «en umiddelbar fluktrespons»
- Fisken hadde en relativt rask restitusjon samtidig som den i løpet av de tre dager med skyting ble tilvent lyden fra luftkanon
- Fravær av rask akselerasjon (*Startle response*) antas å skyldes at lydnivået ble økt gradvis (*ramp up*)

Kort om meg sjølv

- Førsteamanuensis/forsker, NTNU Vitenskapsmuseet
- Forskningsfokus på menneskelige effekter på adferd og livshistorie til fisk
- Feltprosjekter i Midt- og Nord-Norge, Grønland, Canada og Kerguelen Islands (sør-indiske oseanet)



Bakgrunn for felteksperimentet

- Seismiske luftkanoner bidrar til det økte menneskeskapte nivå av støy i havet
- Det er usikkerhet forbundet med i hvor stor grad lyden fra luftkanoner i en negativ retning påvirker fysiologi og atferd til fisk



Hensikten med felteksperimentet

- På bestilling fra Equinor gjennomførte vi derfor i november 2017 et felteksperiment for å undersøke effekten av lyden fra luftkanon på fysiologi og atferd til torsk og sei

Hensikten med felteksperimentet

- På bestilling fra Equinor gjennomførte vi derfor i november 2017 et felteksperiment for å undersøke effekten av lyden fra luftkanon på fysiologi og atferd til torsk og sei
- Våres «null-hypotese» var at lydtrykk og partikkelbevegelse ikke ville endre fiskenes ***hjerterytme, svømmehastighet, horisontale*** eller ***vertikale posisjon***

Merking av torsk og sei

- 20 viltlevende torsk og 11 sei ble fanget med fiskestang eller torskeruse
- Merket med dataloggermerke som målte EKG, hjerterytme og kroppstemperatur
- Akustisk merke som målte aktivitet



Måling av hjerterytme

- Målte hjerterytme og kroppstemperatur hvert 2 minutt
- EKG hvert 12 minutt
- Lagret dataene internt i merket



Måling av bevegelse og svømmedybde

- Akustisk merke med sensor for
 - akselerasjon (X, Y og Z aksene)
 - svømmedybde

Fiskemerke



Lyttestasjon



Vinjefjorden





Bur med Video (kun sei)

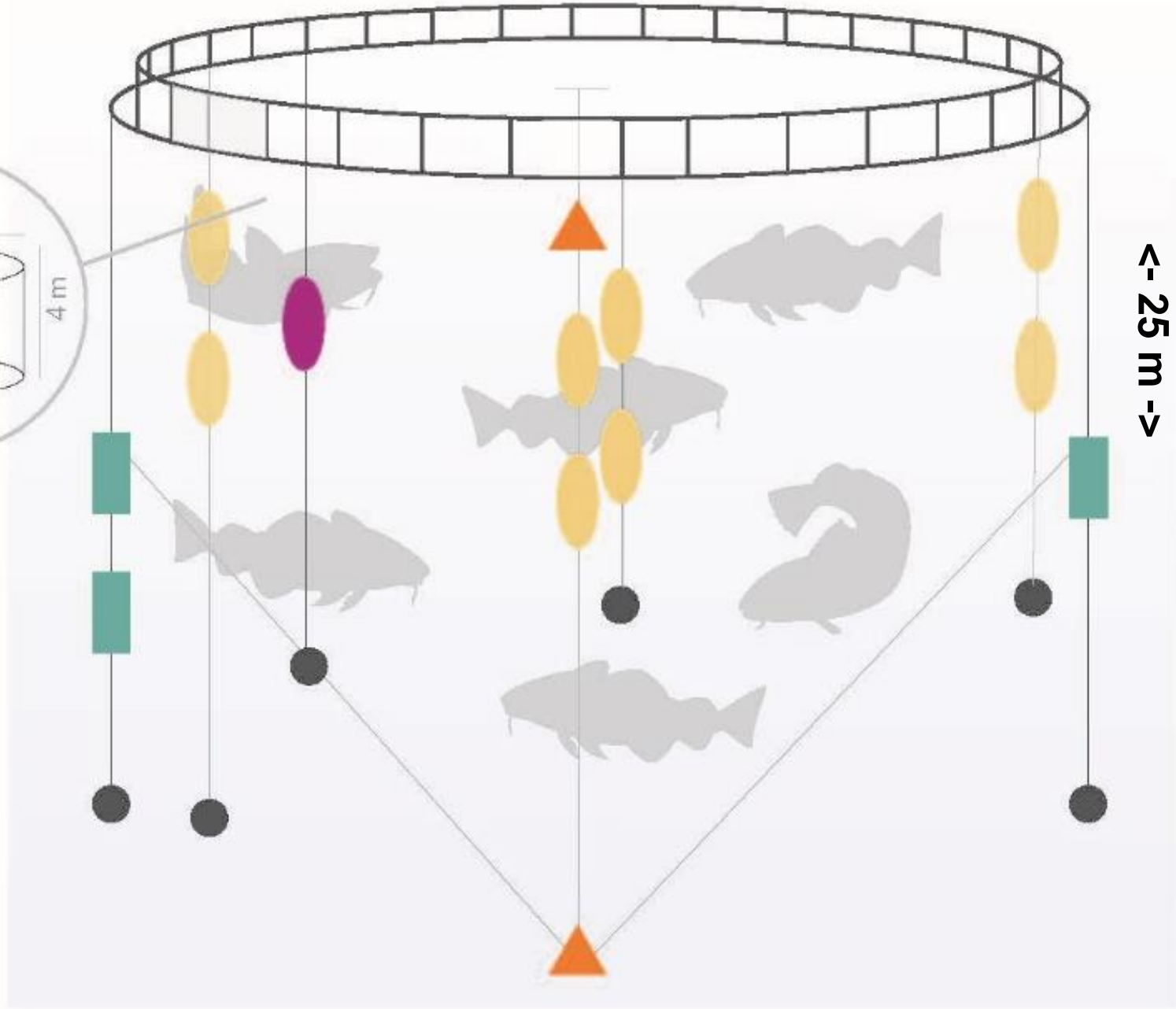
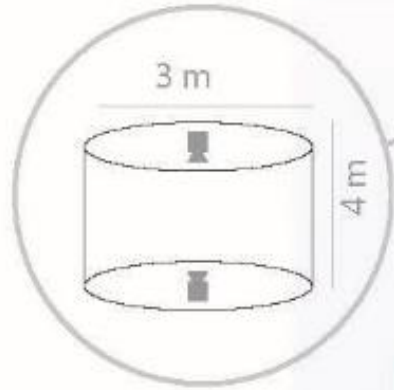
Måling av lyd

- Lydtrykk ble målt med 4 hydrofoner
(HTI-96-MIN (sensitivitet: -170 dB re $1\text{V}/\mu\text{Pa}$)
- Partikkelbevegelse ble målt med vektorsensor
(konstruert av FOI)

Akustiske lyttestasjoner,
hydrofoner og
vektorsensor ble alle
hengt ned fra kanten av
merden



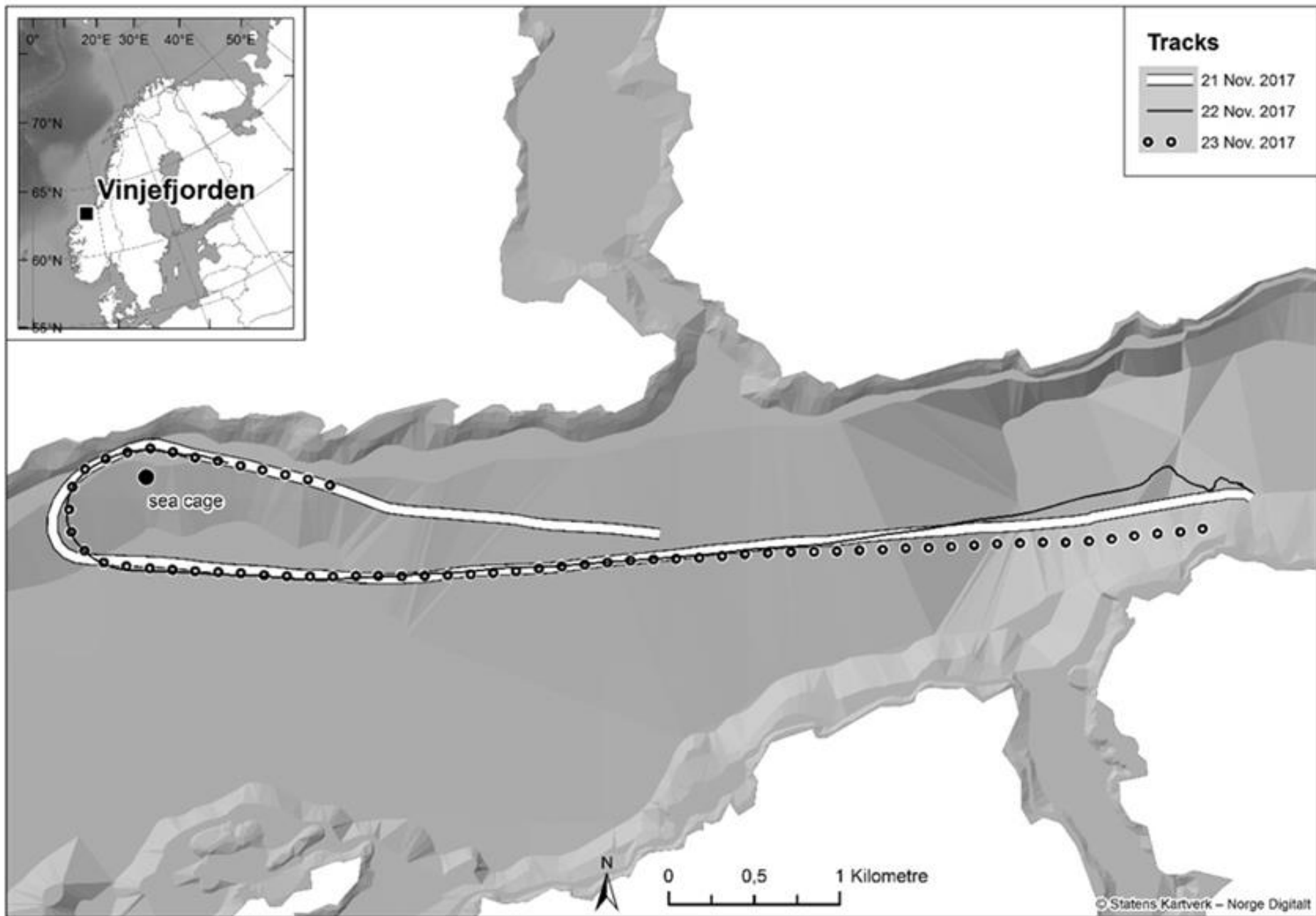
<- 50 m ->



Skyting med luftkanon



- Airgun: Bolt Longlife (40 cubic inc)
- «Ramp up» Startet 6.7 km fra merden med fisk, kjørte rundt merden og vekk igjen; nærmeste avstand var 100 m, skudd hvert 10 sek
- Etter en pause (87-168 minutter) ble det skutt fra 200 m avstand, skudd hvert 10 sek i 10 minutter
- Gjentatt tre dager etter hverandre (21-23 november 2017)

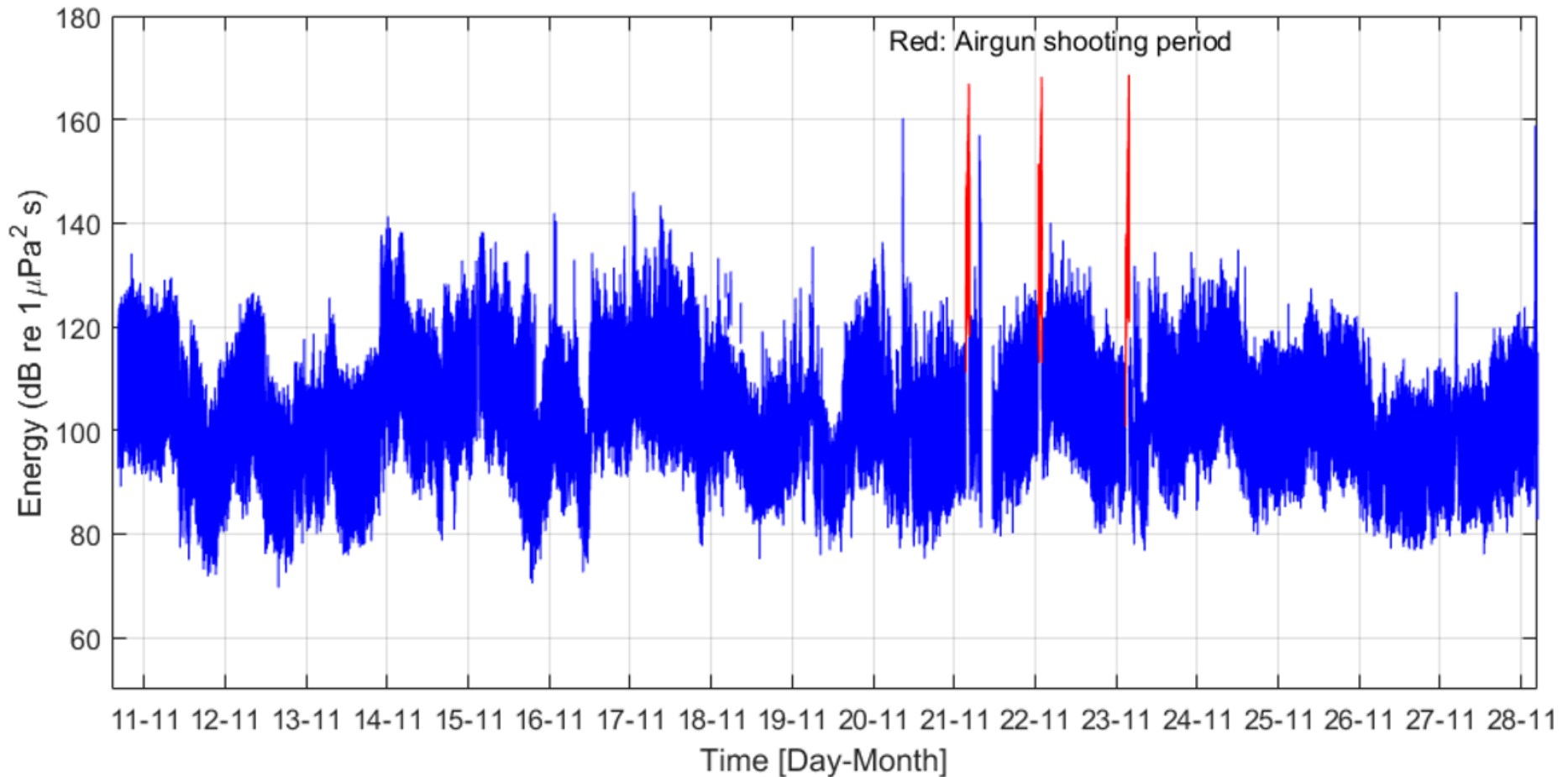


Innfangning og avliving av fisk

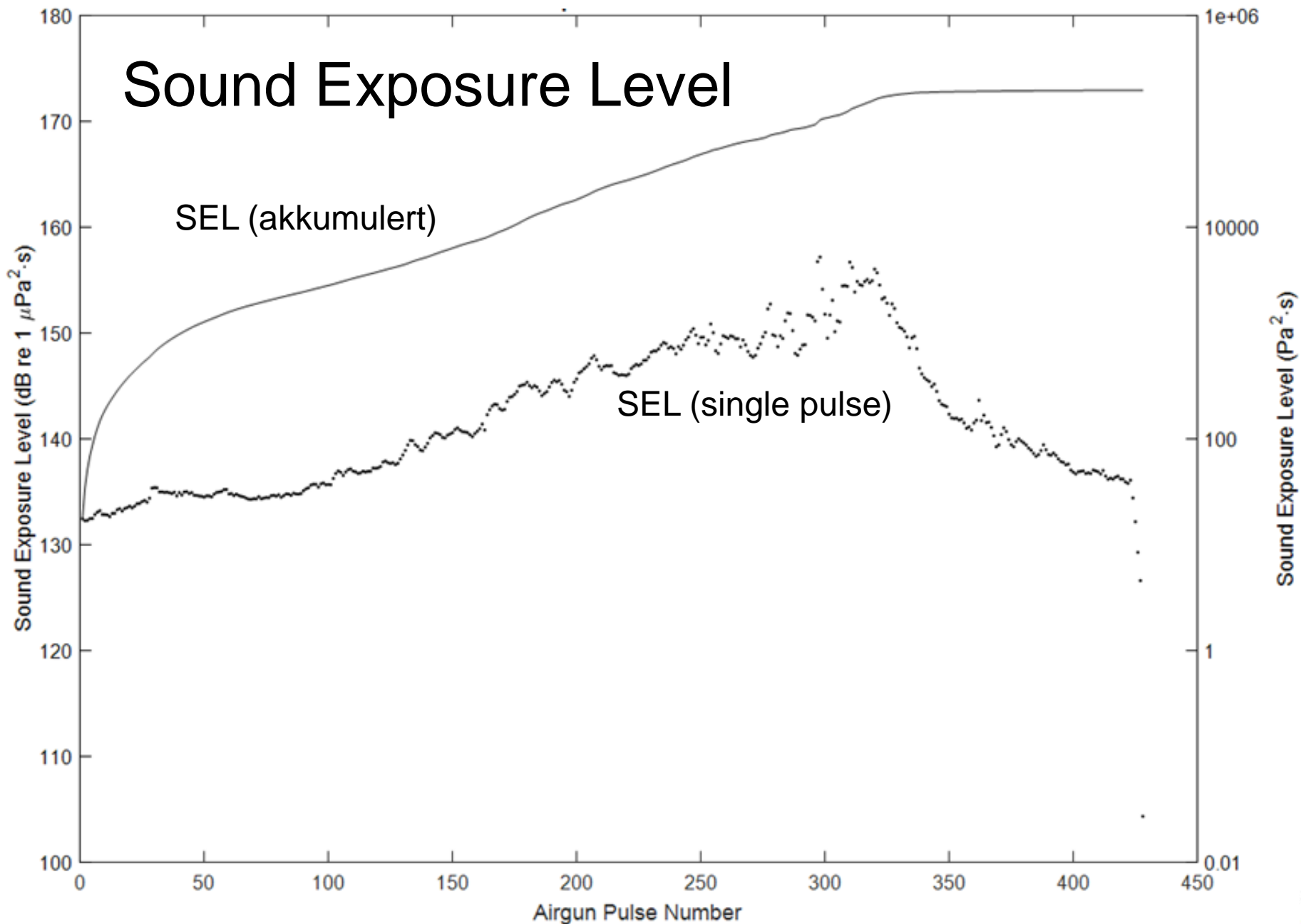


Energivå (integreerte spektrogram verdier 5-500 Hz)

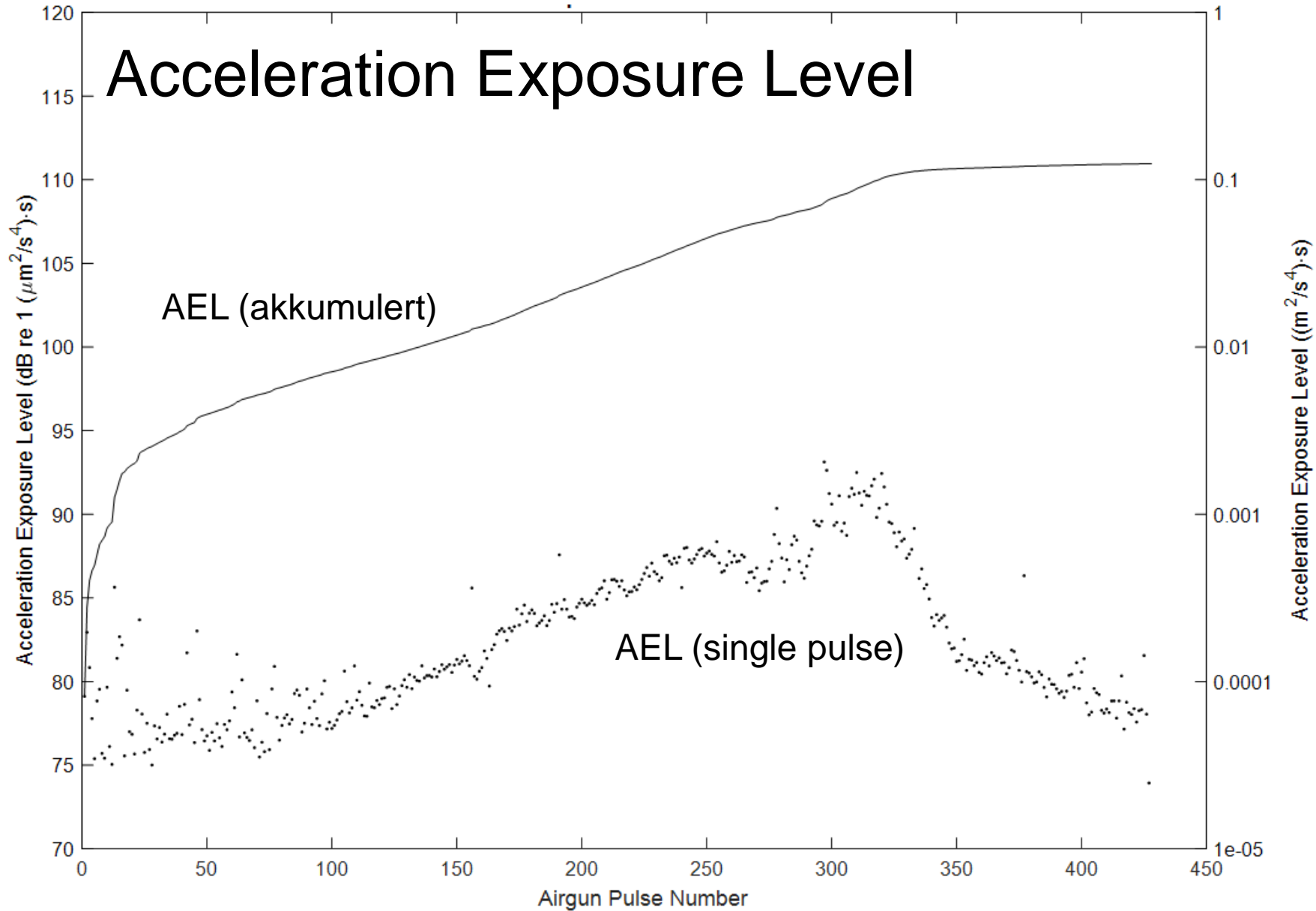
Bakgrunnsstøy Luftkanon



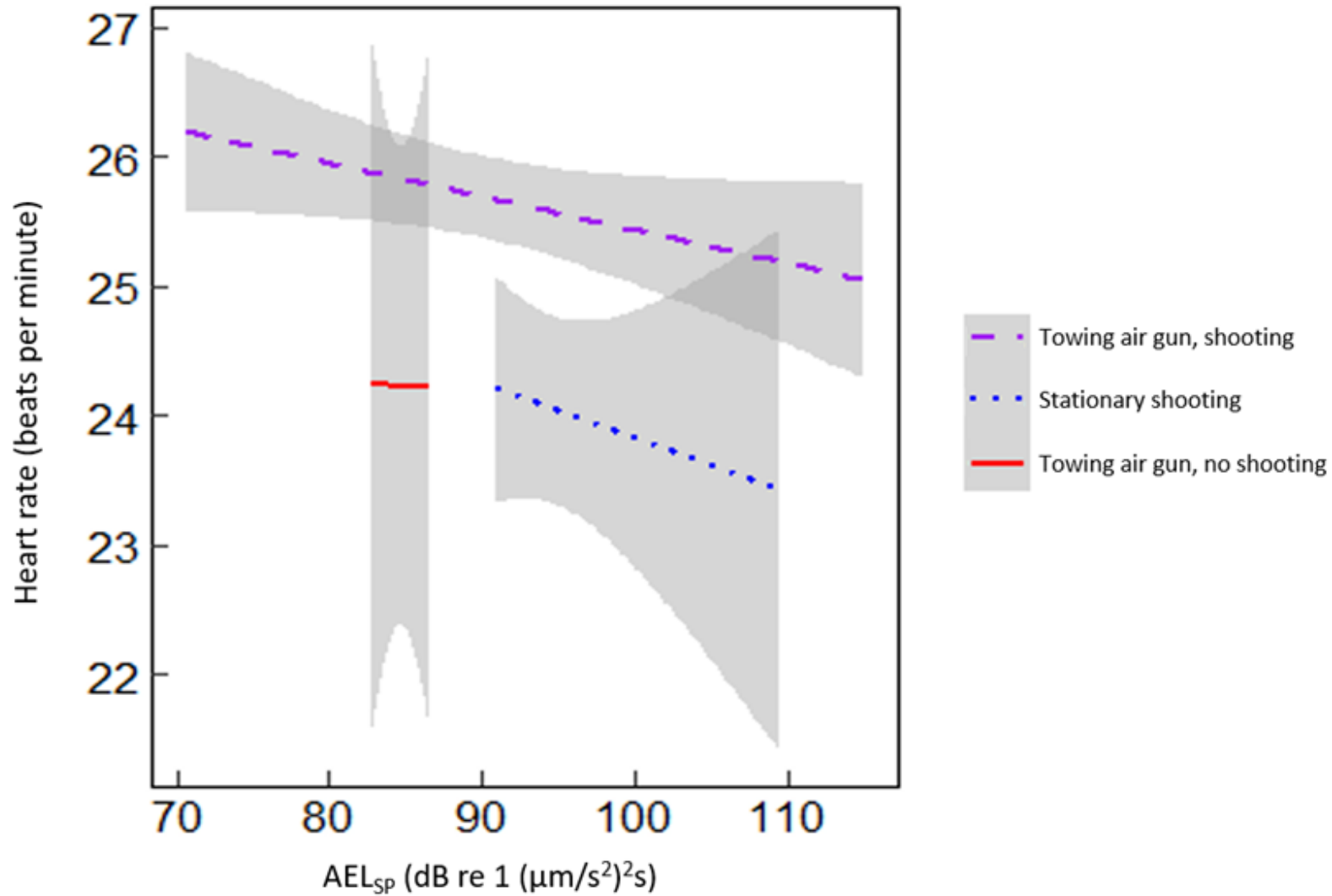
Sound Exposure Level



Acceleration Exposure Level



Hjerterytmen gikk ned



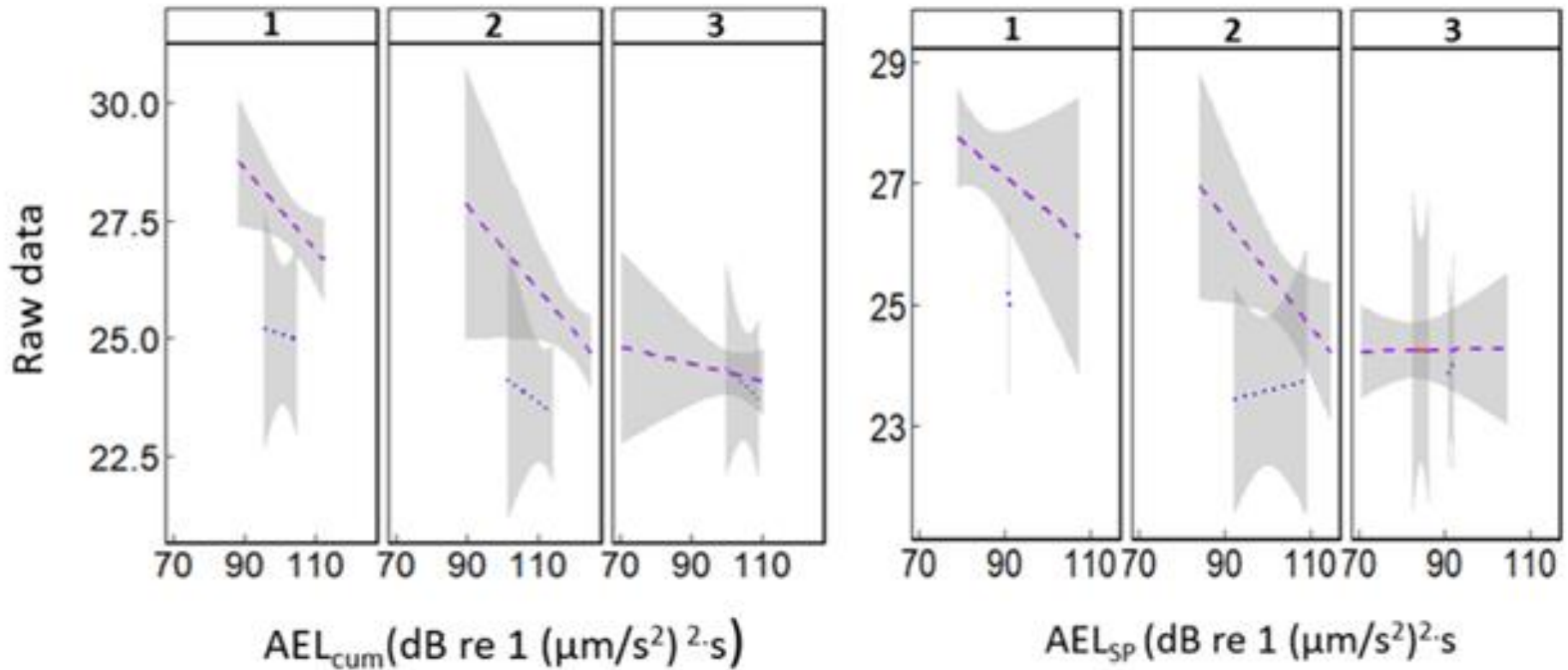
Hjerterytme hos torsk (N=20)

- Fall i hjerterytme var korrelert med økning i partikkelbevegelse
- Hos enkelte individer falt hjerterytme fra 30 til 12 slag i minuttet
- Noen kan ha hatt lavere rytme, men merket kunne ikke målere lavere puls
- Redusert hjerterytme er en kjent respons hos torsk som blir stresset

Hjerterytme hos sei (N=2)

- Ingen tydelig reduksjon i hjerterytme
- Men veldig lavt antall fisk, da de fleste sei som ble fanget var for små for dette merket

Hjerterytme korrigerert for kroppstemperatur



Videovervåkning (sei)

- Sei er stimfisk
- Det var ingen indikasjon på «C-start» respons
- Fiskene var mer spredt i buret (lengre avstand til nærmeste nabo) under skyting enn når det ikke var skyting - stimdannelse ble «oppløst» under skytingen



Effekt på torsk og sei

- Hjerterytmene gikk ned hos torskene, men steg rolig igjen i timene etter skyting
- Begge arter endret svømmedybde og posisjon i merden, men endringer varierte mellom dager og mellom art
- Ingen tegn på rask akselerasjon (*startle response*) i svømmehastighet
- Tydelige tegn på tilvenning til lyd fra luftkanon i løpet av de tre dagene

Konklusjon

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon

Konklusjon

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon
- Både sei og torsk endret vertikal og horisontal posisjon

Konklusjon

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon
- Både sei og torsk endret vertikal og horisontal posisjon
- Disse fysiologiske og atferdsmessige responser tolket vi som «en umiddelbar fluktrespons»

Konklusjon

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon
- Både sei og torsk endret vertikal og horisontal posisjon
- Disse fysiologiske og atferdsmessige responser tolket vi som «en umiddelbar fluktrespons»
- Fisken hadde en relativt rask restitusjon samtidig som den ble tilvent lyden fra luftkanon

Konklusjon

- I dette felteksperimentet så vi en reduksjon i hjerterytmen til torsk (bradykardi) når den ble eksponert for lyden fra luftkanon
- Både sei og torsk endret vertikal og horisontal posisjon
- Disse fysiologiske og atferdsmessige responser tolket vi som «en umiddelbar fluktrespons»
- Fisken hadde en relativt rask restitusjon samtidig som den ble tilvent lyden fra luftkanon
- Fravær av rask akselerasjon (*Startle response*) antas å skyldes at lydnivået ble økt gradvis (*ramp up*)

Viktige poenger å ta med seg videre (I)

- Endring i hjerterytme i seg selv (hos torsk) sier ikke noe om endring i metabolsk rate da torsken i tillegg kan endre mengde blod som transporteres gjennom blodårene (*stroke volume*)
- Men endring i hjerterytme og perioden dette varer kan fortelle os om hvor lenge fisken er i en fysiologisk stress tilstand

Viktige poenger å ta med seg videre (II)

- Metabolismen hos torsk er temperaturavhengig
- Kroppstemperaturen hos fisken endret seg flere grader i løpet av de eksperimentelle dagene
- Viktig å ta bort effekt av endret kroppstemperatur når en tolker data om effekt fra eksempelvis skyting med luftkanon

Viktige poenger å ta med seg videre (III)

- I framtidige studier av effekt fra seismikk på fisk må en huske å inkludere individuelle fysiologiske effekter og ikke bare observert atferd
- Viktig å jobbe mot tilsvarende studier på helt frittstående fisk men for dette trengs mer teknologisk utvikling

Resultatene fra felteksperimentet publiseres i *Conservation Physiology*

~ åpen tilgang

Effects of sound exposure from a seismic airgun on heart rate, acceleration and depth use in free-swimming Atlantic cod and saithe

Jan G. Davidsen^{1,*}, Hefeng Dong², Markus Linné³, Mathias H. Andersson³, Adam Pipper⁴, Tanya S. Prystay⁵, Eivind B. Hvam⁶, Eva B. Thorstad⁷, Frederick Whortskey⁸, Steven J. Cooke⁵, Aslak D. Sjørnsen¹, Lars Rønning¹, Tim C. Netland² and Anthony D. Hawkins⁹

¹NTNU University Museum, Norwegian University of Science and Technology, N-7491 Trondheim, Norway

²Department of Electronic Systems, Norwegian University of Science and Technology, NO-7491 Trondheim, Norway

³FOI, Swedish Defence Research Agency, 164 90 Stockholm, Sweden

⁴Institute of Zoology, Zoological Society of London, NW1 4RY, United Kingdom

⁵Fish Ecology and Conservation Physiology Laboratory, Department of Biology and Institute of Environmental and Interdisciplinary Sciences, Carleton University, Ottawa, K1S 5B6, Canada

⁶Tholma Biotol AS, NO-7037 Trondheim, Norway

⁷Norwegian Institute for Nature Research, NO-7485 Trondheim, Norway

⁸Ocean Tracking Network, Dalhousie University, Halifax, NS, B3H 4R2 Canada

⁹The Aquatic Noise Trust, Kinrcraig, Blairs, Aberdeen, AB12 5YT, United Kingdom

*Corresponding author: NTNU University Museum, Norwegian University of Science and Technology, N-7491 Trondheim, Norway.

Tel: +47 9246 4314. Email: jan.davidsen@ntnu.no

Airguns used for offshore seismic exploration by the oil and gas industry contribute to globally increasing anthropogenic noise levels in the marine environment. There is concern that the omnidirectional, high intensity sound pulses created by airguns may alter fish physiology and behaviour. A controlled short-term field experiment was performed to investigate the effects of sound exposure from a seismic airgun on the physiology and behaviour of two socioeconomically and ecologically important marine fishes: the Atlantic cod (*Gadus morhua*) and saithe (*Pollockius virens*). Biologgers recording heart rate and body temperature and acoustic transmitters recording locomotory activity (i.e. acceleration) and depth were used to monitor free-swimming individuals during experimental sound exposures (18–60 dB above ambient). Fish were held in a large sea cage (50 m diameter; 25 m depth) and exposed to sound exposure trials over a 3-day period. Concurrently, the behaviour of untagged cod and saithe was monitored using video recording. The cod exhibited reduced heart rate (bradycardia) in response to the particle motion component of the sound from the airgun, indicative of an initial flight response. No behavioural startle response to the airgun was observed; both cod and saithe changed both swimming depth and horizontal position more frequently during sound production. The saithe became more dispersed in response to the elevated sound levels. The fish seemed to habituate both physiologically and behaviourally with repeated exposure. In conclusion, the sound exposures induced over the time frames used in this study appear unlikely to be associated with long-term alterations in physiology or behaviour. However, additional research is needed to fully understand the ecological consequences of airgun use in marine ecosystems.

Key words: Anthropogenic noise, fish behaviour, oil and gas exploration, particle motion, sound pressure, stress

Editor: Craig Franklin

Received 20 December 2018; Revised 7 March 2019; Editorial Decision 8 April 2019; Accepted 9 April 2019

Cite as: Davidsen JG, Dong H, Linné M, Andersson MH, Pipper A, Prystay T, Hvam EB, Thorstad EB, Whortskey F, Cooke SJ, Sjørnsen AD, Rønning L, Netland TC, Hawkins AD (2019) Effects of sound exposure from a seismic airgun on heart rate, acceleration and depth use in free-swimming Atlantic cod and saithe. *Conserv Physiol* 7(1): coz020; doi:10.1093/conphys/coz020.

Takk til

- Equinor for prosjektet og til Jürgen Weissenberger for god kontakt underveis
- Mannskapet ombord på MS Harry Borthen
- Øystein Hallanger (NGI)
- Espen Bardset (Lerøy Midt)
- Kyrre Tjom (iDrop)
- Lokale fiskere fra Vinjeøra
- Øvrige gode hjelpere i felt

